

やさしい見守り型健康支援システムにおける センサデータに基づく効果的な推論方式の検討

An Effective Inference using Sensing Data for User-oriented Healthcare Support System

和泉 諭^{†‡} 小林 有佑^{†‡} 高橋 秀幸[†] 菅沼 拓夫^{†‡}
Satoru Izumi Yusuke Kobayashi Hideyuki Takahashi Takuo Suganuma
木下 哲男^{‡‡} 白鳥 則郎^{†‡}
Tetsuo Kinoshita Norio Shiratori

1. はじめに

近年、生活習慣病患者の増加により、IT やユビキタス情報環境を活用した様々な健康支援システムの研究開発が進んでいる [1]。我々は、実環境の多様な情報を効果的に取得・活用し、プライバシーを考慮した高度な健康支援サービス提供の実現を目的とし、共生コンピューティング [2] の概念に基づいた、利用者にやさしい見守り型健康支援システムの研究開発を行っている。本システムの一機能として、実空間の多様な情報と健康に関する知識を効果的に組み合わせるリアルタイムに利用者の健康状態や健康アドバイスを推論する。その際に、多様でかつ大量のセンサデータの流入によって、健康状態等の推論動作の効率が低下する課題が存在する。本稿ではこの課題に着目し、センサデータと知識(オントロジ)を効果的に組み合わせたりリアルタイム推論の構成法について考察する。

2. センサデータに基づく効果的な推論方式

従来の健康支援システムでは限られた生体情報のみを低頻度で取得し、その値と限定的な知識をもとに利用者の健康状態を推論しているものが多い [1]。しかし、多種多様なセンサデータを取得し、健康に関する様々な知識を組み合わせ、より高度なアドバイスや状況を推論・導出する際に、推論効率が低下してしまう課題が挙げられる。

本研究では、人間の日常生活により密着して、健康状態やプライバシーを考慮した高度な健康サービスの支援を目的とする。

そのためにはシステムが利用者の生体情報や周囲の環境情報など絶えず変化する状況に対して認識し、的確に状況を判断する必要がある。さらに、的確な状況判断や高度なアドバイス導出、サービス提供のためには、各利用者の体質や生活習慣、個々の運動の効果や、各症状に対する効果的な食事などの健康管理に関する知識をシステムが把握する必要がある。

我々は、これら健康管理に関する知識の表現手法としてオントロジを適用し、センサデータとオントロジを組み合わせた効果的な推論方式を提案する。オントロジにより人間や運動、健康状態について概念レベルでの知識表現が可能となり、その概念レベルに基づいた具体的な事実関係を表現できることから、より的確な知識表現や推論導出が可能となる。本提案を健康支援システムに適用することで、利用者にやさ

しい見守り型健康支援システムの実現を目指す。図1に本システムの概要を示す。本提案により、オントロジにより表現された健康、運動、生活習慣病などに関する概念レベルの知識や個々の利用者の体調や生活習慣など具体レベルの知識、さらにセンサから得られる生の数値データを効果的に組み合わせることで、リアルタイムに利用者の状態を推定し、その結果に基づいた適切な健康アドバイスや状況を適切なタイミングで利用者やコミュニティへ提供することの実現が期待される。

3. 実験

本実験では、既存の推論機構を用いて、センサデータと知識を組み合わせるリアルタイムで推論を行う場合に効果的に処理できるかを、推論時間の観点から検討する。

実験環境

本研究では、センサノードを用いて実環境から情報を取得し、センサデータと知識を組み合わせる利用者の健康状態を推定するプロトタイプシステムを実装し、予備実験を行った。実験環境を図2に示す。加速度や温度、照度等、環境情報を取得するセンサノードとしてクロスボー社のMOTE(MTS310)[3]を使用した。利用者の位置情報を取得するための位置センサとして超音波センサ ZPS を用いた。エージェントの開発には、ルール型推論に基づくエージェントフレームワークである DASH[4] と、その開発支援環境である IDEA[5] を使用した。また、オントロジ推論エンジンとして Jess[6] を用いた。

次に実験の概要について述べる。センサノード4個を各部屋に配置する。各センサノードは1秒間に1回、温度や照度、加速度など環境情報(センサデータ)をセンシングし、それらセンサデータをベースステーション(BS)へ送信する。BSがセンサデータを受け取ると、逐次、BSエー

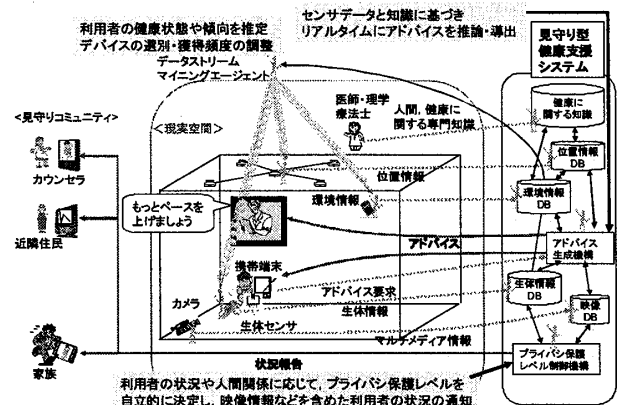


図1 やさしい見守り型健康支援システムの概要

[†] 東北大学電気通信研究所, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

[‡] 東北大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{‡‡} 東北大学サイバーサイエンスセンター, Cyberscience Center, Tohoku University

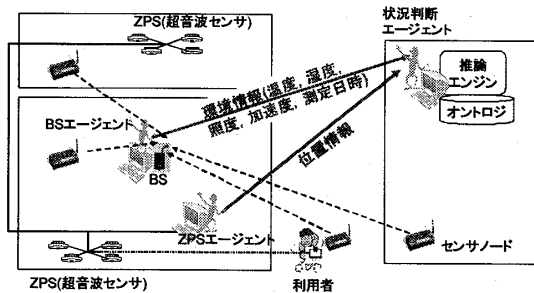


図2 実験環境

表1 推論エンジンを搭載した各マシンの性能

マシン	CPU	メモリ	OS
マシン A	Intel Pentium III processor 996MHz	512MB	Windows XP SP3
マシン B	Intel(R) Pentium M processor 1000MHz	760MB	Windows XP SP3
マシン C	Intel(R) Core(TM)2 1.66GHz	2GB	Windows Vista Business

表2 知識 (オントロジ) のサイズ

	知識 1	知識 2
クラス数	22	47
インスタンス数	25	160
推論ルール数	5	45

ジェントが状況判断エージェントにセンサデータを送信する。ZPS エージェントは 1 秒間に 1 回、利用者の位置情報を取得し、状況判断エージェントに送信する。状況判断エージェントはセンサデータを受信すると、推論エンジンを駆動させ、予め与えられていた知識 (オントロジ) とセンサデータを組み合わせて、利用者の状態を推論する。これを 30 分間継続して動作させ、推論エンジンにセンサデータが送られてきてから利用者の状態を推定するまでの推論に要する平均時間を測定する。

また今回の実験では、オントロジ推論エンジンを搭載したマシンの性能やオントロジの記述量の違いが推論時間にどの程度、影響を与えるかを確認するため複数のマシンと知識を用意した。オントロジ推論エンジン搭載マシンとして表 1 に示す 3 種類の異なる性能のマシンを用意し、さらに、2 種類の記述量の異なる知識 (オントロジ) を用意した。それぞれの知識量について表 2 に示す。知識 1 では、加速度や温度から利用者が動いていることや、動いていないこと、部屋が適温であるか、寒すぎないかなど、簡単な推論を行う程度の知識量に留めている。知識 2 には、知識 1 に加えて、利用者は寝室で寝ているなどの具体的な行動や正常であるかどうか、コミュニティとの人間関係に応じた適切な状況報告等の深い推論を行うための知識が含まれている。

実験結果・考察

実験結果を表 3 に示す。表 3 の数値はそれぞれ 1 回の推論に要した平均時間 (ms) を示している。1 秒間に 1 回情報をセンシングするセンサノードを 4 個使用していることから、BS エージェントから状況判断エージェントへは 1 秒間に 4 個のセンサデータが送られてくることになる。従って、これらセンサデータをすべて処理するためには 250ms 以内の推論時間が必要とされる。表 3 の実験結果より、知識量が少ない (知識 1) 場合は性能が低いマシンでも十分、送られてくるセンサデータに対してリアルタイムに処理するこ

表3 実験結果：推論時間 (ms)

	知識 1	知識 2
マシン A	53.7	33623.0
マシン B	22.8	10222.4
マシン C	15.9	4572.9

とができた。しかし、知識量が多い (知識 2) 場合は推論時間が著しく上昇し、送られてくるセンサデータに対してリアルタイムに処理しきれなかった。

今後、さらにシステムが大規模化すると同時に、対象となる利用者が増加すると、知識量が増加する可能性がある。さらに、知識量の増加に伴い、推論効率が低下することが考えられる。高性能なマシンを用意することで、ある程度、推論効率の低下を防ぐことは可能ではあるが、携帯端末や無線ネットワーク等、様々な計算機資源・ネットワーク資源が混在するユビキタス情報環境においては必ずしも高性能なマシンが存在する保証はない。今後は、限られた計算機資源の中でいかにして多種多様なセンサデータと大量の知識を組み合わせて、効率的に推論するための推論機構が必要とされる。

今後の方針としては、利用者の状況や周囲の環境に応じて知識をフィルタリングする手法を検討している。予備実験の結果より知識量を減らすことで、センサデータに対してリアルタイムに推論・処理可能であることがわかった。従って、利用者の位置や生活習慣、時間、さらには計算機資源に応じて、事前に知識をフィルタリングし、推論に必要な知識を可能な限り減らすことで効果的な推論方式を実現できるのではないかと考えている。

4. おわりに

本稿では、やさしい見守り型健康支援システムの実現にむけて、多様でかつ大量のセンサデータの流入によって、健康状態の推定などの推論動作の効率が低下する課題に着目した。そして、実験を通じて既存の推論機構では大量のセンサデータに基づいた効率的な推論の実現には限界があることを確認した。

今後は前節で述べた、知識をフィルタリングする手法についてより詳細に検討していくと同時に、システム的设计・実装を行う予定である。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省知的クラスター創成事業第 2 期「先進予防型健康社会創成クラスター構想」、および日本学術振興会科学研究費補助金 (19200005) の援助を受けて実施した。

参考文献

- [1] K. Ouchi et al., "LifeMinder: A Wearable Healthcare Support System with Timely Instruction Based on the User's Context," IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E87-D, No.6, pp.1361-1369, 2004.
- [2] 白鳥則郎 他, "Symbiotic Computing -ポスト・ユビキタス情報環境へ向けて-, "情報処理学会誌, Vol.47, No.8, pp.811-816, 2006.
- [3] センサーネットワーク MOTE Official Page, <http://www.xbow.jp/motemica.html>.
- [4] DASH - Distributed Agent System based on Hybrid architecture! - <http://www.agent-town.com/dash/>.
- [5] IDEA - Interactive Design Environment for Agent system, <http://www.ka.riec.tohoku.ac.jp/idea/index.html>.
- [6] Jess, the Rule Engine for Real Programmers, <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>.